

# APPLICATION UNDER UNITED STATES PATENT LAWS

Atty. Dkt. No. 7372/80961

Invention: ANTI-GLARE FILM, METHOD OF PRODUCING THE SAME, AND  
DISPLAY EQUIPPED WITH THE SAME

Inventors: Masato KUWABARA  
Yasuteru MAEDA

Fitch, Even, Tabin & Flannery  
1801 K Street, N.W.  
Suite 401L  
Washington, D.C. 20006-1201  
Telephone: (202) 419-7000

## This is a:

- ☐ Provisional Application
- ☒ Regular Utility Application
  - ☒ The contents of the JP priority application 2003-008744 are incorporated by reference
- ☐ Continuing Application
- ☐ PCT National Phase Application
- ☐ Design Application
- ☐ Reissue Application
- ☐ Plant Application
- ☐ Substitute Specification
- ☐ Sub. Spec. Filed \_\_\_\_\_  
In Appl. No. \_\_\_\_/\_\_\_\_
- ☐ Marked-up Specification re  
Sub. Spec. filed \_\_\_\_\_  
In Appl. No. \_\_\_\_/\_\_\_\_

**SPECIFICATION**

# ANTI-GLARE FILM, METHOD OF PRODUCING THE SAME, AND DISPLAY EQUIPPED WITH THE SAME

## Field of the Invention

本発明は、防眩（アンチグレア）フィルム及びその製造方法、並びにその防眩フィルムを備えた表示装置に関する。

## Background of the Invention

液晶ディスプレイやプラズマディスプレイパネル、CRTディスプレイ、有機ELディスプレイ等の画像表示装置は、その表示面に外光が写り込むと視認性が著しく損なわれてしまう。このような外光の写り込みを防止するために、画質を重視するテレビやパーソナルコンピュータ、外光の強い屋外で使用されるビデオカメラやデジタルカメラ、並びに、反射光を利用して表示を行う携帯電話等においては、従来から画像表示装置の表面に外光の写り込みを防止するフィルム層が設けられていた。このフィルム層は、光学多層膜による干渉を利用した無反射処理が施されたフィルムからなるものと、表面に微細な凹凸を形成することにより入射光を散乱して写り込み像をぼかす防眩処理が施されたフィルムからなるものとに大別される。このうち前者の無反射フィルムは、均一な光学膜厚の多層膜を形成する必要があるためコスト高になるという問題があった。これに対して後者の防眩フィルムは、比較的安価に製造することができるため大型のパーソナルコンピュータやモニタ等の用途に広く用いられている。

このような防眩フィルムは従来から、例えば、フィラーを分散させた溶剤を基材シート上に塗布し、塗布膜厚を調整してフィラーを塗布膜表面に露出させることでランダムな凹凸をシート上に形成する方法等により製造されている。

しかしながら、このような方法により製造された防眩フィルムは、溶剤中のフィラーの分散状態や塗布状態等によって凹凸の配置や形状が左右されてしまうため、意図した通りの凹凸を得ることが困難であり、防眩機能が十分に得られないという問題があった。更に、このような従来の防眩フィルムを画像表示装置の表面に配置した場合、表示面全体が散乱光によって全体に白っぽくなり、表示が濁った色になる、いわゆる白茶けが発生しやすいという問題があった。

一方、液晶ディスプレイ等に用いられるマイクロレンズアレイ板においては、一般的に凹凸形状のレンズが規則的に配置されており、特開平9-21903号公報（特許文献1）には、隣接する微小レンズ同士が互いに接触しないように交互に繰り返し配置された形状を有するマイクロレンズアレイ板が記載されている。しかしながら、このような規則的な配置の凹凸をフィルム上に形成した防眩フィルムであっても、均一な凹凸の距離の分布を反映した光の回折が生

じ、フィルムが虹色に見えてしまい表示面の視認性が低下してしまうという問題があった。

本発明は、上記従来技術の有する課題に鑑みてなされたものであり、優れた防眩機能を有しつつ、白茶けの発生や光の回折による視認性の低下が十分に防止された防眩フィルム及びその製造方法、並びにその防眩フィルムを備えた表示装置を提供することを目的とする。

#### Summary of the Invention

本発明者らは、上記目的を達成すべく鋭意研究を重ねた結果、表面に凹凸が形成されている防眩フィルムにおいて、上記凹凸が特定の条件を満たす適度なバラツキ（無秩序さ）を持って配置されていることにより、前記防眩フィルムに対して所定の角度から入射した入射光に対する正反射方向への正反射率、並びに、その正反射方向からフィルム側に所定の角度以上傾斜した方向への前記入射光に対する反射率と前記正反射率との比がそれぞれ特定の範囲となり、それによって防眩フィルムの防眩機能が向上し、且つ、白茶けの発生や光の回折による視認性の低下が十分に防止されることを見出し、本発明を完成するに至った。

すなわち、本発明の防眩フィルムは、表面に凹凸が形成されている防眩フィルムであって、前記防眩フィルムの法線方向から $5 \sim 30^\circ$ のいずれかの角度で入射した入射光に対する正反射方向への正反射率を $R(0)$ とし、前記正反射方向から前記防眩フィルム側に $30^\circ$ 以上傾斜した方向への前記入射光に対する反射率を $R(30 \text{以上})$ とした場合、 $R(0)$ が1%以下であり、且つ、 $R(30 \text{以上}) / R(0)$ の値が0.001以下であることを特徴とするものである。このような条件を満たすことによって、優れた防眩機能を有しつつ、白茶けの発生や光の回折による視認性の低下が十分に防止された防眩フィルムを得ることができる。

また、本発明の防眩フィルムは、 $60^\circ$ 反射鮮明度が200%以下であることが好ましい。このような条件を満たすことによって、優れた防眩機能が得られる傾向がある。

更に、本発明の防眩フィルムは、前記防眩フィルム表面に、複数の凹凸を有するユニットセルが、他のユニットセル中の凹凸と相互に並進対称性を持つように配置されており、前記ユニットセル中において、前記凹凸の頂点間の最短距離の平均値を $m_1$ 、前記最短距離の標準偏差を $\sigma_1$ とした場合、 $\sigma_1 / m_1$ の値が下記式：

$$0.05 \leq \sigma_1 / m_1 \leq 0.3$$

の条件を満たしていることが好ましい。このような条件を満たすように防眩フ

フィルム上に凹凸が形成されていることによって、上述したような反射特性が得られ、優れた防眩機能を有しつつ、白茶けの発生や凹凸の距離の分布を反映した光の回折による視認性の低下を十分に防止することができる傾向がある。

本発明の防眩フィルムの製造方法は、基材上に形成されたフォトレジストに階調露光を施した後、現像処理を行うことにより前記フォトレジスト上に凹凸を形成せしめる露光工程と、前記フォトレジスト上に金属を電鍍した後、前記金属を前記フォトレジストから剥離することにより前記凹凸形状を転写した金属板を作製する電鍍工程と、前記金属板を用いて前記凹凸形状をフィルム上に転写する転写工程と、を含むことを特徴とする製造方法である。このような製造方法によれば、上述したような凹凸の配置を有し、上記反射特性を有する本発明の防眩フィルムを、容易且つ確実に製造することができる。

更に、本発明の他の防眩フィルムの製造方法は、基材上に形成されたフォトレジストに階調露光を施した後、現像処理を行うことにより前記フォトレジスト上に凹凸を形成せしめる露光工程と、前記フォトレジスト上に金属を電鍍した後、前記金属を前記フォトレジストから剥離することにより前記凹凸形状を転写した金属板を作製する電鍍工程と、前記金属板をロールの表面に巻きつけて表面に前記凹凸を有するエンボスロールを作製するロール作製工程と、前記エンボスロールを用いて前記凹凸形状をフィルム上に連続的に転写する転写工程と、を含むことを特徴とする製造方法であることがより好ましい。このような製造方法によれば、上述したような凹凸の配置を有し、上記反射特性を有する本発明の防眩フィルムを、より容易且つ確実に製造することができる傾向がある。

また、前記転写工程において、複数の凹凸を有するユニットセルが、他のユニットセル中の凹凸と相互に併進対象性を持つように配置され、且つ、前記ユニットセル中において、前記凹凸の頂点間の最短距離の平均値を  $m_1$ 、前記最短距離の標準偏差を  $\sigma_1$  として場合、

の値が下記式：

$$0.05 \leq \sigma_1 / m_1 \leq 0.3$$

の条件を満たすように、前記フィルムの表面の凹凸を形成することが好ましい。これにより、上述した反射特性を有する本発明の防眩フィルムを、容易且つ確実に製造することができる傾向がある。

また、前記露光工程における前記階調露光が、前記フォトレジストに対して少なくとも二階調のフォトマスクを介してプロキシミティ露光を施すことにより行われ、前記フォトマスクと前記フォトレジストとの距離を  $L$  ( $\mu\text{m}$ )、前記フォトマスクの透過部の外形寸法を  $D$  ( $\mu\text{m}$ ) とした場合、前記プロキシミティ露光が下記式：

$$1. \quad 3 \leq L/D^2 \leq 2.8$$

を満たして行われるか、前記フォトレジストに対して少なくとも多階調のフォトマスクを介して行われるか、又は、前記フォトレジストに対して少なくとも場所によって露光光源の光強度を変化させることが可能な空間光変調素子を介して行われることが好ましい。このようにして階調露光を行うことによって、上述したような凹凸の配置を有し、上記反射特性を有する本発明の防眩フィルムを、より容易且つ確実に製造することができる傾向がある。

また、本発明の表示装置は、上述したような防眩フィルムを備えた表示装置である。このような表示装置は、上記本発明の防眩フィルムの有する優れた防眩機能により、高い視認性を得ることができる。

#### Brief Explanation of Drawings

図1は本発明の防眩フィルムに対する光の入射方向と反射方向とを示した模式図である。

図2は防眩フィルムの法線に対して角度  $\theta$  で入射した入射光に対する反射光の、反射方向の防眩フィルム法線からの傾斜角度と  $\cos$  反射率との関係を示したグラフである。

図3は実施例1及び比較例1で得られた防眩フィルムに対して  $15^\circ$  の角度で入射した光に対する反射率プロファイルの結果を示したグラフである。

図4は実施例1及び比較例1で得られた防眩フィルムに対して  $30^\circ$  の角度で入射した光に対する反射率プロファイルの結果を示したグラフである。

1...防眩フィルム、2...防眩フィルムの法線、3...法線及び入射光を含む面、4...入射光、5...正反射方向への反射光、6...正反射方向からフィルム側に  $30^\circ$  傾斜した方向への反射光。

#### Preferable Embodiments of the Present Invention

以下、添付図面を参照しながら、本発明に係る好適な実施形態について詳細に説明する。なお、図面の説明において、同一要素には同一符号を用い、重複する説明は省略する。

図1は本発明の防眩フィルムに対する光の入射方向と反射方向とを示した模式図である。本発明の防眩フィルムは、防眩フィルム1の法線2に対して  $5 \sim 30^\circ$  のいずれかの角度  $\theta$  で入射した入射光4に対する正反射方向への反射光5の正反射率を  $R(0)$  とした場合、 $R(0)$  が1%以下であることが必要であり、0.7%以下であることがより好ましい。防眩フィルムの正反射率  $R(0)$  が1%を超える場合には、十分な防眩機能が得られず視認性が低下してしまう。

図2は防眩フィルム1の法線2に対して角度 $\theta$ で入射した入射光4に対する反射光5の、反射方向の防眩フィルム法線からの傾斜角度と $\log$ 反射率との関係を示したグラフである。このグラフに示したように、正反射率 $R(0)$ は一般に角度 $\theta$ で入射した入射光4に対する反射率のピークであり、正反射方向から角度がずれるほど反射率は低下する傾向がある。本発明の防眩フィルムにおいては、法線2及び入射光4を含む面3内で正反射方向からフィルム側に $30^\circ$ 以上傾斜した方向への入射光4に対する反射率を $R(30^\circ)$ とした場合、 $R(30^\circ)/R(0)$ の値が $0.001$ 以下であることが必要であり、 $0.0005$ 以下であることがより好ましく、 $0.0001$ 以下であることが更に好ましい。 $R(30^\circ)/R(0)$ の値が $0.001$ を超える場合には、防眩フィルムに白茶けや光の回折が発生してしまい視認性が低下してしまう。例えば、表示装置の最前面に防眩フィルムを設置した状態で表示面に黒を表示した場合でも、周囲からの光を拾って表示面が全体的に白くなる白茶けが発生してしまう。なお、図1及び図2中の $R(30^\circ)$ は、法線2及び入射光4を含む面3内で正反射方向からフィルム側に $30^\circ$ 傾斜した方向への反射光6の入射光4に対する反射率を示している。

本発明の防眩フィルムの反射率を測定するにあたっては、 $0.001\%$ 以下の反射率を精度良く測定することが必要であるため、ダイナミックレンジの広い検出器が必要である。このような検出器としては、例えば、市販の光パワーメータ等を用いることが可能であり、この光パワーメータの検出器前にアパーチャを設け、防眩フィルムを見込む角度が $2^\circ$ になるようにした変角光度計を用いて測定を行うことができる。また、入射光としては、 $380\sim780\text{nm}$ の可視光線を用いることができ、光源としては、ハロゲンランプ等を用いることができる。また、裏面が平滑で透明な防眩フィルムの場合には防眩フィルム裏面からの反射の影響が測定に悪影響を及ぼすことがあるため、例えば、黒色のアクリル板に防眩フィルムを粘着材またはグリセリン等の液体を用いて光学密着させることにより、防眩フィルム最表面の反射率のみを測定することが好ましい。

また、本発明の防眩フィルムは、表面に凹凸が形成されていることが必要である。この凹凸は凸部及び／又は凹部からなるものであり、防眩フィルム表面における凹凸部と平坦部との面積の割合や凹凸の形状等は上述したような防眩フィルムの反射率の条件を満たすものであれば特に制限されないが、防眩フィルム表面における平坦部の面積の割合が少ない方が好ましい。防眩フィルムを正面から見た全面積に対する平坦部の面積の割合は、 $30\%$ 以下であることが好ましく、 $20\%$ であることがより好ましい。平坦部の面積の割合が $30\%$ を超える場合には、正反射成分が強くなり、防眩機能が低下する傾向がある。ま

た、防眩フィルムを正面から見た凹凸の外形形状は、凹凸の高さの平均値で防眩フィルム面に平行な面と凹凸との交線で定義され、このような交線の輪郭としては、例えば、円形、楕円形、多角形（矩形、三角形、六角形等）及びこれらの形状が連結した不定形の形状等が挙げられ、円形、楕円形又はこれらの形状が連結した不定形の形状であることが好ましい。この凹凸の外形寸法の平均値は、 $1 \sim 50 \mu\text{m}$ であることが好ましく、 $5 \sim 20 \mu\text{m}$ であることがより好ましい。また、凹凸の外形寸法の平均値に対する凹凸の段差の平均値の比（段差／外形寸法）は、 $0.01 \sim 0.2$ であることが好ましく、 $0.05 \sim 0.1$ であることがより好ましい。なお、上記外形寸法とは、外形形状が円形である場合にはその直径を意味し、楕円形や多角形である場合には重心位置から外周までの平均距離の2倍を意味するものとする。また、本発明の防眩フィルムにおいては、上記凹凸の形状が全て均一である必要はなく、その外形形状や寸法等が異なる凹凸を有していてもよい。

また、本発明の防眩フィルムは、 $60^\circ$  反射鮮明度が200%以下であることが好ましく、180%以下であることがより好ましい。 $60^\circ$  反射鮮明度が200%を超える場合には、十分な防眩機能が得られず視認性が低下してしまう傾向がある。

なお、本発明における防眩フィルムの $60^\circ$  反射鮮明度は、JIS K 7105に記載の反射法による像鮮明度の測定方法に準拠して求めることができる。但し、上記測定方法で定められた入射光の入射角度を $60^\circ$  とし、光学くし幅2mm、1mm、0.5mm、0.125mmの4種類の光学くしをそれぞれ用いて測定した像鮮明度の和（最大で400%）を、本発明の防眩フィルムの $60^\circ$  反射鮮明度とした。

次に、本発明の防眩フィルムにおける凹凸の配置について説明する。

本発明の防眩フィルムは、その表面に、複数の凹凸を有するユニットセルが、他のユニットセル中の凹凸と相互に並進対称性を持つように配置されており、前記ユニットセル中において、前記凹凸の頂点間の最短距離の平均値を $m_1$ 、前記最短距離の標準偏差を $\sigma_1$ とした場合、 $\sigma_1/m_1$ の値が下記式：

$$0.05 \leq \sigma_1/m_1 \leq 0.3$$

の条件を満たしていることが好ましい。

ここで、上記複数の凹凸を有するユニットセルとは、防眩フィルム表面の複数の凹凸を含む特定の領域であって、本発明の防眩フィルムにおいては、このようなユニットセルが、他のユニットセル中の凹凸と相互に並進対称性を持つように配置されている。このようにユニットセルが並進対称性を持つように配置されていることによって、上述したような反射特性が得られ、優れた防眩機能を有しつつ、白茶けの発生や光の回折による視認性の低下が十分に防止され

た防眩フィルムが得られる傾向があり、また、防眩フィルムの製造も容易になる傾向がある。

なお、本発明の防眩フィルムにおいて、上記ユニットセルは並進対称性以上の高次の対称性を持って配置されていてもよい。

また、上記ユニットセル中の  $\sigma_1/m_1$  の値は、以下のようにして求めることができる。すなわち、先ず、防眩フィルム表面の凸部又は凹部の頂点の座標をそれぞれ求め、隣接する凸部同士間又は隣接する凹部同士間の頂点座標距離のうち、最も短い頂点座標距離を上記凹凸の頂点間の最短距離と定義する。次に、このようにして定義された最短距離を、上記ユニットセル中に存在する全ての凸部又は凹部について求め、それらの平均値  $m_1$  と標準偏差  $\sigma_1$  とを計算し、上記  $\sigma_1/m_1$  の値を求めることができる。

本発明の防眩フィルムは、上記ユニットセル中において求められた  $\sigma_1/m_1$  の値が下記式：

$$0.05 \leq \sigma_1/m_1 \leq 0.3$$

の条件を満たしていることが好ましい。この  $\sigma_1/m_1$  の下限値としては、0.05であることが好ましいが、0.07であることがより好ましく、一方上限値としては、0.3であることが好ましいが、0.25であることがより好ましい。 $\sigma_1/m_1$  の値が0.05未満である場合には、上述したような反射特性が得られ難く、特に凹凸頂点間の距離の分布を反映した光の回折が生じてしまい、防眩フィルムが虹色に見えてしまうため視認性が低下してしまう傾向がある。また、 $\sigma_1/m_1$  の値が0.3を超える場合には、上述したような反射特性が得られ難く、特に防眩機能が十分に得られなかったり、防眩フィルムの白茶けが発生し視認性が低下してしまう傾向がある。

また、上記ユニットセル中における凹凸頂点間の最短距離の平均値  $m_1$  は、200  $\mu\text{m}$  以下であることが好ましく、100  $\mu\text{m}$  以下であることがより好ましい。 $m_1$  が200  $\mu\text{m}$  を超える場合には、凹凸の間隔が広くなり過ぎ、平坦部面積が多くなるため正反射成分が増え、上述したような反射特性が得られ難く、十分な防眩機能が得られない傾向がある。

上述したような凹凸頂点間の最短距離の分布は統計的な量であるため、母集団がある程度の大きさを有していることが好ましい。本発明の防眩フィルムにおいては、上記ユニットセル中における凹凸の数は20個以上であることが好ましく、50個以上であることがより好ましい。凹凸の数が20個未満である場合には、上記ユニットセルの周期が短くなり、このユニットセルの周期を反映した光の回折が発生してしまい、防眩フィルムが虹色に見えてしまうため視認性が低下してしまう傾向がある。

本発明の防眩フィルムにおける上記ユニットセルは、上述したように防眩フ



フィルム表面に並進対称性を持って配置されていることが好ましいが、このユニットセルの並進対称性の周期は、使用する光の可干渉距離以上の周期であることが好ましい。また、それに加えて表示装置によるモアレを避けるために表示装置の画素ピッチより大きく、且つ、画素ピッチの整数倍でない周期であることがより好ましい。一方で、あまりに周期を大きくし過ぎると、凹凸の作製や設計時の負担が大きくなるため、具体的な好ましい周期としては、上記の好ましい条件を満たす範囲であって $50 \sim 10,000 \mu\text{m}$ であり、 $100 \sim 5,000 \mu\text{m}$ であることがより好ましい。このような条件を満たした周期を有することによって、光の回折やモアレの発生等による表示面の視認性の低下を十分に防止することができる傾向がある。

なお、本発明の防眩フィルムにおいて、上記ユニットセルが並進対称性を持って配置されていることや、その周期の確認は、例えば、光学顕微鏡等で防眩フィルムの表面を観察する方法や、コヒーレントなレーザー等の光源からの光を並進対称性の周期以上のビームスポットに拡大して防眩フィルムに照射し、凹凸の配置による回折パターンを見る方法等によって確認することが可能である。

また、本発明の防眩フィルムは、更に、上述したようなユニットセル同士の境界部分における凹凸についても、適度なバラツキを持って配置されていることが好ましい。すなわち、隣接する2つのユニットセル中の凹凸に対しても、その凹凸の頂点間の最短距離の平均値 $m_2$ 及び前記最短距離の標準偏差 $\sigma_2$ を求め、 $\sigma_2/m_2$ の値を計算した場合、この $\sigma_2/m_2$ の値が下記式：

$$0.05 \leq \sigma_2/m_2 \leq 0.3$$

の条件を満たしていることが好ましい。このように隣接する2つのユニットセル中において、 $\sigma_2/m_2$ の値を求めることによって、ユニットセル同士の境界部分における凹凸の配置が適度なバラツキを持って配置されているかどうかを確認することができる。またこの $\sigma_2/m_2$ の下限値は、0.05であることが好ましいが、0.07であることがより好ましく、一方上限値は、0.3であることが好ましいが、0.25であることがより好ましい。 $\sigma_2/m_2$ の値が0.05未満である場合には、上述したような反射特性が得られ難く、特に凹凸頂点間の距離の分布を反映した光の回折が生じてしまい、防眩フィルムが虹色に見えてしまうため視認性が低下してしまう傾向がある。また、 $\sigma_2/m_2$ の値が0.3を超える場合には、上述したような反射特性が得られ難く、特に防眩機能が十分に得られなかったり、防眩フィルムの白茶けが発生し視認性が低下してしまう傾向がある。

次に、以上説明したような本発明の防眩フィルムを得る方法として好適な、本発明の防眩フィルムの製造方法について説明する。

本発明の防眩フィルムの製造方法は、基材上に形成されたフォトレジストに階調露光を施した後、現像処理を行うことにより前記フォトレジスト上に凹凸を形成せしめる露光工程と、前記フォトレジストに金属を電鍍した後、該金属を前記フォトレジストから剥離することにより前記凹凸を有する金属板を作製する電鍍工程と、前記金属板を用いて前記凹凸形状をフィルム上に転写する転写工程と、を含むことを特徴とする方法である。

本発明の防眩フィルムの製造方法にかかる露光工程においては、先ず、基材上にフォトレジストを成膜して、フォトレジスト付き基材を作製する。ここで、上記基材としては一般的に用いられている基材を特に制限なく使用することができ、例えば、ガラス、石英、アルミナ等の無機透明基材や、銅、ステンレス等の金属基材等を使用することができる。また、上記フォトレジストとしては、感光性を有する材料であれば特に制限はなく、例えば、ノボラック樹脂、アクリル樹脂、スチレンとアクリル酸との共重合体、ヒドロキシスチレンの重合体、ポリビニルフェノール、ポリ  $\alpha$ -メチルビニルフェノール等のアルカリ可溶性樹脂とキノンジアジド基含有化合物とを有機溶剤に溶解してなる従来公知のポジ型レジスト組成物や、アルカリ可溶性樹脂、光酸発生剤、架橋剤及び色素を含有する感光性樹脂を有機溶剤に溶解してなる従来公知のネガ型レジスト組成物等を使用することができる。

また、基材上に成膜するフォトレジストの膜厚は、本発明の防眩フィルム表面に形成しようとする凹凸の厚みや形状等によって適宜調整すればよく、目的とする凹凸の厚みと同等若しくは少し厚めに成膜することが好ましい。具体的な膜厚の範囲としては、目的とする凹凸の厚み以上、目的とする凹凸の厚み+5  $\mu\text{m}$ 以下であることが好ましい。

また、基材上にフォトレジストを成膜する方法としては特に制限されず、例えば、スピンコート法、ディップコート法、ロールコート法等によって成膜することができる。また、成膜後、フォトレジスト中に含まれる溶剤を除去するために、ホットプレートやオープン等を用いて60~120℃で0.5~10分程度のプレベークを行うことが好ましい。上記プレベークの温度及び時間は、フォトレジストの種類やフォトレジストに求められる感度等によって適宜調整することができる。

次に、このようにして作製した基材上に形成されたフォトレジストに対して階調露光を施す。この階調露光を施す方法については従来公知の階調露光方法によって行うことができるが、フォトレジストに対して少なくとも二階調のフォトマスクを介してプロキシミティ露光を行う方法、少なくとも多階調のフォトマスクを介して階調露光を行う方法、又は、少なくとも場所によって露光光源の光強度を変化させることが可能な空間光変調素子を介して階調露光を行う

方法のいずれかの方法により行うことが好ましい。以下、これらの方法によって行われる階調露光についてそれぞれ説明する。

先ず、フォトレジストに対して少なくとも二階調のフォトマスクを介してプロキシミティ露光を行う方法について説明する。ここで用いられる二階調のフォトマスクとは、露光光源に対して透明な、ガラス等の基板の上に、露光光源からの光を透過する部分であって透過率が100%若しくはそれに近い透過部と、露光光源からの光を遮光する部分であって透過率が0%若しくはそれに近い遮光部とが形成されているフォトマスクである。具体的には、例えば、露光光源に対して透明な基材上にCr等の金属が遮光部として形成されたメタルマスクや、乳剤等を感光させることによって遮光部が形成されたエマルジョンマスク等が挙げられる。

このような二階調のフォトマスクを用い、これをフォトレジスト表面から間隔を置いて配置してプロキシミティ露光を行うことによって、フォトマスクのマスクパターンのエッジ部において光の回折が生じ、フォトマスクの像がぼけ、フォトマスクの透過部から遮光部にわたり連続的な光量の分布が生じる。プロキシミティ露光された光量の分布に応じてフォトレジストが感光するため、フォトレジストを現像した時に照射光量に応じてフォトレジスト残膜が変化し、現像後のフォトレジスト表面にはマスクパターン及び露光量に応じた凹凸が形成される。また、このような露光工程において、上記のような作用を損なわない範囲で露光光源とフォトレジストとの間にレンズ系等の光学系や、マスクアライメント系等の機械部等が介在していてもよい。

更に、上記二階調のフォトマスクを用いてプロキシミティ露光を行う場合には、フォトマスクとフォトレジストとの距離を $L$  ( $\mu\text{m}$ )、フォトマスクの透過部の外形寸法を $D$  ( $\mu\text{m}$ ) とした場合、プロキシミティ露光が下記式：

$$1.3 \leq L/D^2 \leq 2.8$$

を満たして行われることが好ましい。この理由は以下のように説明することができる。すなわち、微細な開口を通過した光の挙動はFresnel回折やFraunhofer回折で説明され、開口を通過した光の像の広がり、開口とスクリーンとの距離( $L$ )、開口部寸法( $D$ )及び光の波長 $\lambda$ からなる指標( $L/D^2 \cdot \lambda$ )に応じて変化する。開口とスクリーンとの距離が短い場合には、スクリーン上には開口の形状が転写されるが、開口とスクリーンとの距離が遠ざかるにしたがって、光軸を中心とした拡散光となる。そのため、 $L/D^2$ の値が1.3未満の場合にはフォトレジスト上に形成される露光像はフォトマスク上の開口部パターンを反映したものとなり、エネルギー分布も開口形状に対応して急峻に変化するものとなるためフォトレジストに貫通孔が形成されやすく、得られる防眩フィルムの光の散乱機能が低下する傾向がある。一方、 $L/D^2$ の

値が2.8を超える場合には、フォトマスクで回折した光が拡散してしまい、フォトレジスト表面へのパターン形成が困難となる傾向がある。すなわち、 $L/D^2$ の値が1.3以上、2.8以下の範囲である場合に、本発明の防眩フィルムとして好適な露光像を形成することができる傾向にある。

次に、フォトレジストに対して少なくとも多階調のフォトマスクを介して階調露光を行う方法について説明する。ここで用いられる多階調のフォトマスクとは、上述した二階調のフォトマスクとは異なり、場所によって透過率が多段階あるいは連続的に変化しているフォトマスクである。このような多階調のフォトマスクとしては、例えば、電子線描画装置等の高解像度のフォトマスク描画装置を用いて露光光の波長より充分小さな大きさの遮光部と透過部とを設け、遮光部と透過部との面積比で階調を表現して階調マスクとする方法、電子ビームやレーザーなどの高エネルギービームで感光して透過率が変化する物質を透明な媒体に分散したマスクブランクスに、高エネルギービームをその強度を場所により変化させて照射することで透過率を連続的に変えたものを階調マスクとする方法、並びに、乳剤のような感光性を有し照射する光の量に応じて光学濃度に変化するような物質を透明な基材上に形成し、光量を変えて乳剤を感光させて、場所により光学濃度を変化させたものを階調マスクとする方法等によって得られたものを使用することができる。

このような多階調のフォトマスクを用いて階調露光を行うことによって、フォトマスクの階調に応じた光がフォトレジストを感光するため、フォトレジストを現像した後に照射された光量に応じた凹凸がフォトレジスト上に形成されることになる。また、このような露光工程において、上記のような作用を損なわない範囲で露光光源とフォトレジストとの間にレンズ系等の光学系や、マスクアライメント系等の機械部等が介在していてもよい。

次に、フォトレジストに対して少なくとも場所によって露光光源の光強度を変化させることが可能な空間光変調素子を介して階調露光を行う方法について説明する。ここで用いられる場所によって露光光源の光強度を変化させることが可能な空間光変調素子とは、前記素子を透過した光又は前記素子により反射された光の強度を空間的に変化させることができる素子であり、例えば、液晶素子やデジタルマイクロミラー素子(DMD)等の多数の画素からなる光変調素子等が挙げられる。上記液晶素子を空間光変調素子として用いた場合は、複数の画素からなる液晶素子の個々の画素ごとに透過率を設定することが可能であるため、露光光源からの空間的に均一な強度分布を持った光を、液晶素子を透過させることにより液晶素子の画素の透過率に応じた露光光の強度分布を得ることができ、フォトレジストへ照射される露光光の空間的な強度分布が生じることになる。すなわち、フォトレジストを現像した際、露光された露光光の

強度に応じてフォトレジスト膜厚が変化するため、フォトレジストの表面に凹凸を形成することが可能となる。また、上記DMDを空間光変調素子として用いた場合は、微小ミラーの傾斜角により光をフォトレジスト方向に反射させる場合と、フォトレジスト以外の方向に反射させる場合とがあるが、フォトレジスト方向に光を反射させる時間を画素ごとに変化させることにより単位時間当たりの実質的な反射率を画素ごとに変えることができる。すなわち、露光光源からの空間的に均一な強度分布を持った光をDMDで反射することにより、微小ミラーを傾斜している時間に応じた露光光の強度分布を得ることができ、フォトレジストへ照射される露光光の空間的な強度分布が生じることになる。すなわち、フォトレジストを現像した際、露光された露光光の強度に応じてフォトレジスト膜厚が変化するため、フォトレジストの表面に凹凸を形成することが可能になる。本発明の露光工程で用いられる場所によって露光光源の光強度を変化させることが可能な空間光変調素子は、上述したような液晶素子やDMDに限定されず、その他の空間光変調素子でも、露光光源からの光の空間的な強度分布を作り出すことが可能な空間光変調素子を用いれば、上述したような原理に基づきフォトレジストへの露光光の強度分布を作り出すことができ、フォトレジストを現像した際の膜厚分布を変化させることができるため、フォトレジストの表面凹凸を形成することが可能になる。

本発明の防眩フィルムの製造方法においては、上述したような二階調のフォトマスクを用いたプロキシミティ露光法、多階調のフォトマスクによる階調露光法、空間光変調素子による階調露光法等によってフォトレジスト上に凹凸を形成したものを原版とし、最終的にはフィルム上に連続的に凹凸形状を転写することにより、目的とする凹凸を有する防眩フィルムを作製する。そのため、原版を作製するためのフォトマスクを作るためにマスクパターンを設計する必要があるが、このマスクパターンは、上述したような本発明の防眩フィルムに必要な凹凸の配置が得られるように設計する必要がある。このようなマスクパターンをフォトマスクの全面にわたり設計することは非常に労力を要する作業であり、マスクパターンのデータの容量が大きくなるためマスク描画機への負担も多くなることから、現時点での計算機的能力を考慮すると、原理的には可能であるものの非現実的である。また原版を作製する際に空間光変調素子による階調露光を行う方法でも、空間光変調素子により変調された光を所望の空間分布になるようデータを与える必要があるが、露光領域全面でパターンを発生させるための労力が大きい。

本発明の防眩フィルムの製造方法では、このような不具合を避けるために、上述したような本発明の防眩フィルムにかかる複数の凹凸を有するユニットセルに対応するマスクパターンを設計し、このマスクパターンを並進対称性を持

つように配置する。ここで、マスクパターンが並進対称性を持つように配置された状態の例としては、各マスクパターンの重心座標が、正方格子状、直方格子状、六方格子状等の格子状に配列された状態を挙げることができる。これによって、フォトマスク全体としてのマスクパターン設計の手間を低減することができ工業的に有利となる。

本発明にかかる露光工程で用いられる露光光源としては、フォトレジストを感光させることが可能な光源であれば特に制限されず、例えば、高圧水銀灯や超高圧水銀灯等の光源からの g 線、h 線、i 線等の波長の紫外線や可視光線、並びに、これらの水銀の輝線に近い波長に発振波長を有するレーザー等を光源として用いて露光工程を行うことができる。また、露光する光量としては、目的とする凹凸の形状やフォトレジストの種類等によって変動するため一概には言えないが、 $50 \sim 2000 \text{ mJ/cm}^2$  程度であることが好ましい。また、露光時間は露光光源及び必要とする光量に合わせて適宜調整することができる。

本発明にかかる露光工程においては、上述したようにフォトレジストに対して階調露光を施した後、現像処理を施すことによってフォトレジスト上に凹凸を形成せしめる。この現像処理は、例えば、基板に形成された露光後のフォトレジストをその種類に応じた現像液に浸漬し、ポジ型レジストの場合には露光部を、ネガ型レジストの場合には非露光部を取り除くことによってフォトレジスト上に凹凸を形成する処理である。なお、上記現像液としては、従来公知の現像液を、使用するフォトレジストに応じて適宜選択して用いることができる。また、現像後にフォトレジストを純水等でリンスすることも好ましく、更に、 $100 \sim 200^\circ\text{C}$  に加熱したオープンやホットプレート等で  $0.5 \sim 30$  分程度加熱することによってポストバークを行うことも好ましく、これによってフォトレジスト中の溶剤や水分を除去し、基板との密着性を高めることができる。上記ポストバークの温度及び時間は、フォトレジストの種類等によって適宜調整することができる。

本発明の防眩フィルムの製造方法において、以上のように露光工程を行った後、フォトレジストに金属を電鍍し、該金属をフォトレジストから剥離することにより凹凸を有する金属板を作製する電鍍工程を行う。

上記電鍍で用いられる金属としては、従来から電鍍に用いられている金属を特に制限なく使用することができ、例えば、ニッケル、ニッケルーリン合金、鉄-ニッケル合金、クロム、クロム合金等を使用することができる。電鍍によりフォトレジスト上に形成する金属の厚みとしては、特に制限されないが、耐久性等の点で  $0.05 \sim 3 \text{ mm}$  程度の厚みとすることが好ましい。

また、フォトレジスト上に直接電鍍を行う場合には、電鍍を行う前にフォトレジストを導電化する必要があるが、従来公知の導電化処理、例えば、厚み  $1 \mu$

m以下の金属膜を蒸着やスパッタ等により形成する方法や、無電解メッキを用いる方法等によって導電化することができる。

フォトリジスト上に直接電鍍を行いたくない場合には、例えば、フォトリジストの形状を樹脂に転写した後、その樹脂に対して上述したような導電化処理及び電鍍を行ってもよい。このようにしてフォトリジストに金属を電鍍した後、該金属をフォトリジストから剥離することによって凹凸を有する金属板を得ることができる。

本発明の防眩フィルムの製造方法において、以上のように電鍍工程を行った後、得られた金属板を用いて凹凸形状をフィルム上に転写する転写工程を行う。

上記転写工程において用いられるフィルムは、単一の材質からなるものであっても複数の部材を積層したものであってもよいが、複数の部材を積層したものであることが好ましい。以下、複数の部材を積層してなるフィルムについて説明する。

複数の部材を積層してなるフィルムは、例えば、熱可塑性樹脂や無機物からなる基材シート上に薄膜の樹脂層を形成したものが挙げられ、その樹脂層に凹凸を転写することによって転写工程を行うことができる。上記基材として用いられるシートは、ポリエチレンテレフタレート、ポリエチレンナフタレート、ポリカーボネート、ポリメチルメタクリレート、ポリアリレート、2酢酸セルロース、3酢酸セルロース、エチレンビニルアルコール共重合体、ノルボルネン-エチレン共重合体（三井石油化学（株）製、商品名：APEL等）、含ノルボルネン樹脂（日本合成ゴム（株）製、商品名：ARTON等）、アモルファスポリオレフィン（日本ゼオン（株）製、商品名：ZEONEX等）、光学用ポリエステル樹脂（鐘紡（株）製、商品名：OPET）、アクリルブタジエンスチレン共重合体（東レ（株）製、商品名：トヨラック透明グレード等）等の熱可塑性樹脂をシート状に成形したものや、ガラス、金属等の無機物をシート状に成形したもの等が挙げられる。

一方、基材シート上に形成される薄膜の樹脂層としては、例えば、熱可塑性樹脂や放射線硬化性樹脂組成物等からなる層が挙げられる。上記熱可塑性樹脂としては、上記基材に用いられる材料として例示した熱可塑性樹脂が樹脂層としても使用可能である。上記放射線硬化性樹脂組成物としては、ハードコート用等各種コーティング用放射線硬化性樹脂組成物や、UVインク、EBインク等の放射線硬化性樹脂組成物が挙げられる。このような放射線硬化性樹脂組成物の配合原料は、単官能又は多官能の各種（メタ）アクリレート等を混合して調整することができ、必要に応じて光重合開始剤、増感剤、酸化防止剤等の添加剤を配合することができる。また、上記（メタ）アクリレート組成物に代え、エポキシ、オキセタン化合物と光カチオン重合開始剤とからなる組成物を用い

することもできる。

上記単官能（メタ）アクリレートとしては、例えば、イソボルニルアクリレート、テトラヒドロフルフリルアクリレート、2-ヒドロキシ-3-フェノキシプロピルアクリレート、ブトキシエチルアクリレート、ラウリルアクリレート、ステアリルアクリレート、ベンジルアクリレート、ヘキシルジグリコールアクリレート、2-ヒドロキシエチルアクリレート、2-エチルヘキシルアクリレート、シクロヘキシルアクリレート、フェノキシエチルアクリレート、ジシクロペンタジエンアクリレート、ポリエチレングリコールアクリレート、ポリプロピレングリコールアクリレート、ノニルフェノキシエチルセロソルブアクリレート等が挙げられ、多官能（メタ）アクリレートとしては、例えば、ポリエチレングリコールジアクリレート、ネオペンチルグリコールジアクリレート、トリメチロールプロパントリアクリレート、ペンタエリスリトールトリアクリレート等の多官能（メタ）アクリレート、並びに、オリゴウレタン（メタ）アクリレート、オリゴエステル（メタ）アクリレート等の多官能（メタ）アクリレートオリゴマー等が挙げられる。これらの単官能及び多官能（メタ）アクリレートは単独若しくは2種類以上を組み合わせて用いることができる。

また、必要に応じて配合される光重合開始剤としては、例えば、ベンゾフェノン、アセトフェノン、ベンゾイン、ベンゾインイソブチルエーテル、ベンゾインイソプロピルエーテル、ベンゾインエチルエーテル、4, 4'-ビス（ジメチルアミノ）ベンゾフェノン、ベンジルジメチルケタール、2-クロロチオキサントン、2, 4-ジメチルチオキサントン、2, 2'-ジイソプロピルチオキサントン、1-ヒドロキシシクロヘキシルフェニルケトン、2-メチル-1-[4-(メチルチオ)フェニル]-2-モルフォリノプロパン-1-オン、2, 4, 6-トリメチルベンゾイルフェニルジフォスフィンオキシド等が挙げられ、これらを単独若しくは2種類以上を組み合わせて用いることができる。

また、上記放射線硬化性樹脂組成物は、粘度調整や塗布性改良を目的として、必要に応じて各種溶剤で希釈して用いることもできる。このような希釈溶剤としては一般的な各種有機溶剤を用いることができ、例えば、メタノール、エタノール、1-プロパノール、2-プロパノール等のアルコール系化合物、アセトン、メチルエチルケトン等のケトン系化合物、酢酸エチル、酢酸プロピル、酢酸ブチル等のエステル系化合物、トルエン、キシレン等の芳香族系化合物等が挙げられ、これらを単独若しくは2種類以上を組み合わせて用いることができる。

本発明の防眩フィルムの製造方法にかかる転写工程において、金属板に形成された凹凸を上述したようなフィルム上に転写する方法としては、一般的な転写方法を用いることができ、例えば、上述したような放射線硬化性樹脂組成物



等を金属板の凹凸に流し込み、紫外線や電子線を照射して樹脂組成物を硬化させて凹凸形状を樹脂組成物の表面に転写する方法や、上述したような熱可塑性樹脂を樹脂の $T_g$ や軟化点以上の温度に加熱してから金属板表面に押し付けることにより、樹脂の表面に凹凸形状を転写する方法等により転写工程を行うことができる。金属板表面の凹凸の寸法や凹凸の平均距離が小さい場合は、熱可塑性樹脂に比べて粘度の低い放射線硬化性樹脂組成物を用いる方が好ましい。このような従来公知の方法によっても転写工程を行うことができるが、本発明の防眩フィルムの製造方法においては、転写工程を行う前に、凹凸が形成された金属板をロールの表面に巻きつけて表面に凹凸を有するエンボスロールを作製するロール作製工程を行うことが好ましく、このエンボスロールを用いて凹凸形状をフィルム上に連続的に転写することによって転写工程を行うことが好ましい。このような方法を用いることによって、広い面積のフィルムに対して凹凸形状を連続的に効率良く転写することができ、高い生産性を得ることができる。

本発明の防眩フィルムの製造方法は、以上説明したような露光工程と、電鍍工程と、転写工程とを含むことによって、上述したような凹凸の配置を有し、上記反射特性を有する本発明の防眩フィルムを、容易且つ確実に製造することができる。

本発明により得られた防眩フィルムは、液晶ディスプレイ、プラズマディスプレイパネル、CRTディスプレイ、有機ELディスプレイ等の表示装置の表面に設置して使用することができる。表示装置への設置は、例えば、本発明の防眩フィルムを表示装置表面に直接貼合してもよいし、液晶ディスプレイ等の場合には、先ず偏光板に貼合し、これを表示装置表面に貼合するようにしてもよい。このような本発明の防眩フィルムを備えた表示装置は、防眩フィルムの有する表面の凹凸によって入射光を散乱して写り込み像をぼかすことができ、優れた視認性を得ることができる。

#### Exmaples

以下、実施例及び比較例に基づいて本発明をより具体的に説明するが、本発明は以下の実施例に限定されるものではない。

#### Example 1

先ず、 $127\mu\text{m} \times 127\mu\text{m}$ 角の領域に直径 $9\mu\text{m}$  ( $=D$ )の円形の開口部75個を、各開口部の中心座標間の最短距離の平均値 $m_1$ が $14.7\mu\text{m}$ 、最短距離の標準偏差 $\sigma_1$ が $1.049$ となるように配置した。これをユニットセルとして $80\text{mm} \times 80\text{mm}$ の領域全面に $127\mu\text{m}$ 周期で配置し、6インチ角

の二階調のフォトマスクを作製した。

次にガラス基板上にポジ型フォトレジスト（東京応化社製、商品名：PR13）を約 $1.1\mu\text{m}$ の厚みになるようスピコートした。得られたフォトレジスト付きガラス基板を $110^\circ\text{C}$ に加熱したホットプレート上に60秒間置きブレードを行った。このフォトレジスト上に上記フォトマスクを露光ギャップが $180\mu\text{m}$ （ $=L$ ）になるよう保持し、露光光源として超高圧水銀灯のg、h、iマルチラインの光をh線換算で $150\text{mJ}/\text{cm}^2$ となるように照射してプロキシミティ露光を行った。このときの $L/D^2$ の値は2.22であった。

露光後のフォトレジスト付きガラス基板を、 $23^\circ\text{C}$ の0.5%水酸化カリウム水溶液に80秒間浸漬して現像後、純水でリンスした。その後、 $200^\circ\text{C}$ に加熱したオープン中で18分間加熱することによって、表面に凹凸が形成されたフォトレジストを得た。

このようにして得られたフォトレジスト上に、蒸着法によりニッケル膜を形成し、フォトレジストの導電化処理を行った。次いで、このフォトレジスト上に電鍍によって約 $0.3\text{mm}$ の厚みになるようにニッケル膜を形成し、フォトレジスト上にニッケル膜が付着した状態のままニッケル膜の裏面をニッケル膜厚が $0.2\text{mm}$ になるように研磨した。研磨後のニッケル膜をフォトレジスト上から剥離し、表面に凹凸を有する金属板を得た。

また、フィルム用の材料として、UF8001（商品名、共栄社化学社製、オリゴウレタンアクリレート）50重量部、IBXA（商品名、共栄社化学社製、イソボルニルアクリレート）50重量部、イルガキュア184（商品名、チバ・スペシャルティ・ケミカルズ社製）2重量部を混合し、紫外線硬化樹脂組成物（以下、UV樹脂と言う）を得た。

このようにして得られたUV樹脂を、約 $7\mu\text{m}$ の厚さとなるように上記金属板の凹凸上に流し込み、その上を厚さ $80\mu\text{m}$ のPETフィルムでカバーした。これに高圧水銀灯の光を光量 $200\text{mJ}/\text{cm}^2$ となるように照射してUV樹脂を硬化させた後、PETフィルムをUV樹脂ごと金属板から剥離し、表面に凹凸を有するUV樹脂とPETフィルムとの積層体からなる透明な防眩フィルムを得た。

得られた防眩フィルムにHe-Neレーザーの波長 $543.5\text{nm}$ の光を照射して回折パターンを観測した。0次光のスポットから1次光のスポットまでの角度から対応する周期を計算し、防眩フィルム表面の凸部頂点間の最短距離の平均値 $m_1$ を求めたところ $14.7\mu\text{m}$ となり、用いたフォトマスクの開口部の最短距離の平均値と一致した。また、標準偏差 $\sigma_1$ を求めたところ1.049となり、用いたフォトマスクの開口部の最短距離の標準偏差と一致した。これらによって計算される $\sigma_1/m_1$ の値は0.07であった。また、正方格子状に

見える回折スポットの角度から対応する周期を計算すると  $127\mu\text{m}$  となり、用いたフォトマスクのユニットセルの周期と一致した。

#### Comparative Example 1

防眩フィルムとしてAG6フィルム（住友化学工業社製）を用意した。AG6フィルム表面の凹凸はフィルム表面全体で不規則な配置となっており、凸部頂点間の最短距離の平均値  $m_1$  は  $8.8\mu\text{m}$  であり、標準偏差  $\sigma_1$  は  $2.87$  であり、 $\sigma_1/m_1$  の値は  $0.326$  であった。

#### 反射率の測定

実施例1及び比較例1で得られた防眩フィルムの反射率プロファイルを以下のようにして測定した。すなわち、検出器として光パワーメータ（アンリツ社製、optical power meter ML9001）を用い、この検出器前にアパーチャを設け、サンプルを見込む角度が  $2^\circ$  になるようにした変角光度計を用いて測定を行った。反射率の測定は、ハロゲンランプ（中央精機社製、SPH-100）を光源とし、焦点距離  $300\text{mm}$  の集光光学系を用いて、集光光学系の出口で  $15\text{mm}\phi$  の光を  $300\text{mm}$  の距離に置かれたサンプル上で  $2.5\text{mm}\phi$  になるよう集光した。反射率のレファレンスは、サンプル位置に何も置かず、サンプルから  $165\text{mm}$  離れて配置されている  $5\text{mm}\phi$  のアパーチャを通して上記光パワーメータで検出したときの光量を  $100\%$  とした。その後、実施例1及び比較例1で得られた防眩フィルムをサンプルとして取り付け、防眩フィルムへの光源からの入射光の角度を  $15^\circ$  に設定し、アパーチャをつけた検出器を防眩フィルムの周囲で回転させたときの光量を測定して、反射率の角度依存性を測定し、反射率プロファイルを得た。得られた反射率プロファイルを図3に示す。また、防眩フィルムへの光源からの入射光の角度を  $30^\circ$  に設定した場合の反射率プロファイルを、上記測定方法と同様にして得た。得られた反射率プロファイルを図4に示す。

得られた測定結果から、防眩フィルムへの光源からの入射光の角度を  $15^\circ$  に設定した場合の反射率は、実施例1の防眩フィルムにおいて、入射光に対する正反射方向への正反射率  $R(0)$  が  $0.42\%$ 、正反射方向からフィルム側に  $30^\circ$  傾斜した方向への反射率  $R(30)$  が  $0.00013\%$  であり、 $R(30)/R(0)$  の値は  $0.00031$  であった。また、比較例1の防眩フィルムにおいて、入射光に対する正反射方向への正反射率  $R(0)$  が  $0.23\%$ 、正反射方向からフィルム側に  $30^\circ$  傾斜した方向への反射率  $R(30)$  が  $0.00048\%$  であり、 $R(30)/R(0)$  の値は  $0.0069$  であった。な

お、実施例1及び比較例1の防眩フィルムにおいて、正反射方向からフィルム側に $30^\circ$ 以上傾斜した方向への入射光に対する反射率 $R(30)$ 以上)は、図3に示すように反射率 $R(30)$ 以下であった。

また、防眩フィルムへの光源からの入射光の角度を $30^\circ$ に設定した場合の反射率は、実施例1の防眩フィルムにおいて、入射光に対する正反射方向への正反射率 $R(0)$ が $0.48\%$ 、正反射方向からフィルム側に $30^\circ$ 傾斜した方向への反射率 $R(30)$ が $0.0001\%$ 以下で検出限界以下であり、 $R(30)/R(0)$ の値は $0.0002$ 以下であった。また、比較例1の防眩フィルムにおいて、入射光に対する正反射方向への正反射率 $R(0)$ が $0.25\%$ 、正反射方向からフィルム側に $30^\circ$ 傾斜した方向への反射率 $R(30)$ が $0.00212\%$ であり、 $R(30)/R(0)$ の値は $0.0085$ であった。なお、実施例1及び比較例1の防眩フィルムにおいて、正反射方向からフィルム側に $30^\circ$ 以上傾斜した方向への入射光に対する反射率 $R(30)$ 以上)は、図4に示すように反射率 $R(30)$ 以下であった。

#### 60° 反射鮮明度の測定

実施例1及び比較例1で得られた防眩フィルムの60° 反射鮮明度を、防眩フィルム裏面に黒色ビニールテープを張り裏面からの反射を抑制した状態で、スガ試験機社製、ICM-1DPを用いて測定した。その結果、60° 反射鮮明度は実施例1の防眩フィルムで $114.3\%$ 、比較例1の防眩フィルムで $24.0\%$ であった。

#### 全光線透過率及びヘイズの測定

実施例1及び比較例1で得られた防眩フィルムの全光線透過率及びヘイズを、ヘイズコンピュータ（スガ試験機社製、HGM-2DP）を用いて測定した。その結果、実施例1の防眩フィルムの全光線透過率は $82.1\%$ 、ヘイズは $17.7\%$ であり、比較例1の防眩フィルムの全光線透過率は $88.3\%$ 、ヘイズは $24.9\%$ であった。

#### 防眩機能の評価

実施例1及び比較例1で得られた防眩フィルムを、黒色のアクリル板上に粘着材で貼合し、管状蛍光灯（大塚電子社製、モデルENV-B型）で照明し、フィルム法線方向に設置した輝度計（トプコン社製、BM7、 $2^\circ$ 視野）を用いて、防眩フィルムからの反射光の輝度を測定した。なお、輝度の測定は、防眩フィルムへの入射角が $10^\circ$ 、 $15^\circ$ 、 $20^\circ$ 、 $30^\circ$ になるように管状蛍

光灯の高さを変えることで光の入射角を調整し、それぞれの入射角の光に対する防眩フィルムの反射光の輝度を測定した。その結果、実施例1の防眩フィルムにおいて、各入射角に対する反射光輝度はそれぞれ、 $61.4 \text{ cd/m}^2$ 、 $15.6 \text{ cd/m}^2$ 、 $7.9 \text{ cd/m}^2$ 、 $7.3 \text{ cd/m}^2$ であった。また、比較例1の防眩フィルムにおいて、各入射角に対する反射光輝度はそれぞれ、 $74.2 \text{ cd/m}^2$ 、 $60.1 \text{ cd/m}^2$ 、 $47.2 \text{ cd/m}^2$ 、 $33.2 \text{ cd/m}^2$ であった。この結果から明らかなように、いずれの角度から入射した光に対しても、実施例1の防眩フィルムの反射光輝度は比較例1の防眩フィルムの反射光輝度と比較して低く、防眩機能が優れていることが確認された。また、実施例1の防眩フィルムは、光の入射角が大きくなるほど反射光輝度が急激に低下し、比較例1の防眩フィルムの反射光輝度との差が大きくなっている。このことから、実施例1の防眩フィルムは比較例1の防眩フィルムと比較して、散乱光による白茶けの発生が低減されていることが確認された。この白茶けの発生については、以下の目視評価によって更に確認を行った。

#### 白茶け、光の回折の評価

実施例1及び比較例1で得られた防眩フィルムを、黒色のアクリル板上に粘着剤で貼合し、明るい室内（40W型直管蛍光灯2本が組になり3m毎に配置されているオフィス環境）で一組の蛍光灯からの光の入射角が $30^\circ$ になるように配置して、防眩フィルムの法線方向から試験者が目視により観察したところ、実施例1の防眩フィルムでは周囲の黒色アクリル板よりわずかに白く見えただけであったが、比較例1の防眩フィルムでは周囲の黒色アクリル板と比較して白く濁って見えた。この目視評価の結果からも、実施例1の防眩フィルムは比較例1の防眩フィルムと比較して、白茶けの発生が低減されており、視認性が向上していることが確認された。

また、同様の目視評価方法により、光の回折による視認性の低下を試験者が観察したところ、実施例1の防眩フィルムでは光の回折によると思われる虹色が僅かに見られたが、視認性の低下は認められなかった。一方、比較例1の防眩フィルムでは光の回折によると思われる虹色が見られ、視認性の低下が認められた。

#### 表示装置へ貼合した場合の視認性評価

実施例1及び比較例1で得られた防眩フィルムを偏光板に貼合し、これを液晶ディスプレイ表面に貼合して、本発明の防眩フィルムを備えた表示装置を作製した。これらの表示装置に同一の画像を表示させ、明るい室内（40W型直

管蛍光灯 2 本が組になり 3 m 毎に配置されているオフィス環境) で一組の蛍光灯からの光の入射角が  $30^{\circ}$  になるように表示装置を配置して、表示装置の法線方向から試験者が目視によりその防眩性を確認したところ、実施例 1 の防眩フィルムを備えた表示装置では表示画像の視認性の低下は認められず十分な防眩性が確認されたが、比較例 1 の防眩フィルムを備えた表示装置では外光の写り込みが発生し表示画像の視認性の低下が認められた。

以上の結果から明らかなように、本発明の防眩フィルム (実施例 1) は、比較例 1 の防眩フィルムと比較して優れた防眩機能を示し、白茶けや光の回折による視認性の低下が十分に防止されていることが確認された。

以上説明したように、本発明によれば、優れた防眩機能を有しつつ、白茶けの発生や光の回折による視認性の低下が十分に防止された防眩フィルム及びその製造方法、並びにその防眩フィルムを備えた表示装置を得ることができる。

What is claimed is:

1 表面に凹凸が形成されている防眩フィルムであって、前記防眩フィルムの法線方向から $5 \sim 30^\circ$ のいずれかの角度で入射した入射光に対する正反射方向への正反射率を $R(0)$ とし、

前記正反射方向から前記防眩フィルム側に $30^\circ$ 以上傾斜した方向への前記入射光に対する反射率を $R(30^\circ)$ とした場合、

$R(0)$ が1%以下であり、且つ、 $R(30^\circ)/R(0)$ の値が $0.001$ 以下である防眩フィルム。

2  $60^\circ$  反射鮮明度が $200\%$ 以下である請求項1記載の防眩フィルム。

3 前記防眩フィルム表面に、複数の凹凸を有するユニットセルが、他のユニットセル中の凹凸と相互に並進対称性を持つように配置されており、

前記ユニットセル中において、前記凹凸の頂点間の最短距離の平均値を $m_1$ 、前記最短距離の標準偏差を $\sigma_1$ とした場合、 $\sigma_1/m_1$ の値が下記式：

$$0.05 \leq \sigma_1/m_1 \leq 0.3$$

の条件を満たしている請求項1又は2記載の防眩フィルム。

4 基材上に形成されたフォトレジストに階調露光を施した後、現像処理を行うことにより前記フォトレジスト上に凹凸を形成せしめる露光工程と、

前記フォトレジスト上に金属を電鍍した後、前記金属を前記フォトレジストから剥離することにより前記凹凸形状を転写した金属板を作製する電鍍工程と、

前記金属板を用いて前記凹凸形状をフィルム上に転写する転写工程と、を含む、請求項1に記載の防眩フィルムの製造方法。

5 基材上に形成されたフォトレジストに階調露光を施した後、現像処理を行うことにより前記フォトレジスト上に凹凸を形成せしめる露光工程と、

前記フォトレジスト上に金属を電鍍した後、前記金属を前記フォトレジストから剥離することにより前記凹凸形状を転写した金属板を作製する電鍍工程と、

前記金属板をロールの表面に巻きつけて表面に前記凹凸を有するエンボスロールを作製するロール作製工程と、

前記エンボスロールを用いて前記凹凸形状をフィルム上に連続的に転写する転写工程と、

を含む、防眩フィルムの製造方法。

6 前記転写工程において、複数の凹凸を有するユニットセルが、他のユニットセル中の凹凸と相互に並進対称性を持つように配置され、且つ、前記ユニットセル中において、前記凹凸の頂点間の最短距離の平均値を  $m_1$ 、前記最短距離の標準偏差を  $\sigma_1$  とした場合、 $\sigma_1/m_1$  の値が下記式：

$$0.05 \leq \sigma_1/m_1 \leq 0.3$$

の条件を満たすように、前記フィルムの表面に凹凸を形成する請求項 4 または 5 記載の防眩フィルムの製造方法。

7 前記露光工程における前記階調露光が、前記フォトレジストに対して少なくとも二階調のフォトマスクを介してプロキシミティ露光を施すことにより行われ、

前記フォトマスクと前記フォトレジストとの距離を  $L$  ( $\mu\text{m}$ )、前記フォトマスクの透過部の外形寸法を  $D$  ( $\mu\text{m}$ ) とした場合、前記プロキシミティ露光が下記式：

$$1. \quad 3 \leq L/D^2 \leq 2. \quad 8$$

を満たして行われることを特徴とする請求項 4 又は 5 記載の防眩フィルムの製造方法。

8 前記露光工程における前記階調露光が、前記フォトレジストに対して少なくとも多階調のフォトマスクを介して行われることを特徴とする請求項 4 又は 5 記載の防眩フィルムの製造方法。

9 前記露光工程における前記階調露光が、前記フォトレジストに対して少なくとも場所によって露光光源の光強度を変化させることが可能な空間光変調素子を介して行われることを特徴とする請求項 4 又は 5 記載の防眩フィルムの製造方法。

10 請求項 1 に記載の防眩フィルムを備えた表示装置。



# ANTI-GLARE FILM, METHOD OF PRODUCING THE SAME, AND DISPLAY EQUIPPED WITH THE SAME

## Abstract

本発明は表面に凹凸が形成されている防眩フィルムであつて、前記防眩フィルムの法線方向から  $5 \sim 30^\circ$  のいずれかの角度で入射した入射光に対する正反射方向への正反射率を  $R(0)$  とし、前記正反射方向から前記防眩フィルム側に  $30^\circ$  以上傾斜した方向への前記入射光に対する反射率を  $R(30^\circ \text{以上})$  とした場合、 $R(0)$  が  $1\%$  以下であり、且つ、 $R(30^\circ \text{以上}) / R(0)$  の値が  $0.001$  以下であることを特徴とする防眩フィルムを提供する。